(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2018 年 8 月 30 日 (30.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/152980 A1

(51) 国际专利分类号:
A01G 7/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/086621

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 31 日 (31.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710107321.5 2017年2月27日 (27.02.2017) CN

(71) 申请人: 广东工业大学 (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市越秀区东风东路 729 号, Guangdong 510062 (CN)。

(72) 发明人: 何苗 (HE, Miao); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510062 (CN)。 黄波 (HUANG, Bo); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510062 (CN)。 熊德平 (XIONG, Deping); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510062 (CN)。 周海亮 (ZHOU, Hailiang); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510062 (CN)。

(74) 代理人: 广东广信君达律师事务所 (ETR LAW FIRM); 中国广东省广州市天河区珠江东路 6 号广州周大福金融中心（广州东塔）29层, Guangdong 510623 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) **Title:** INTELLIGENT CONTROL DEVICE AND METHOD FOR PERFORMING PLANT GROWTH LIGHTING BY USING LEDS

(54) **发明名称:** 一种用LED进行植物生长照明的智能控制装置及方法

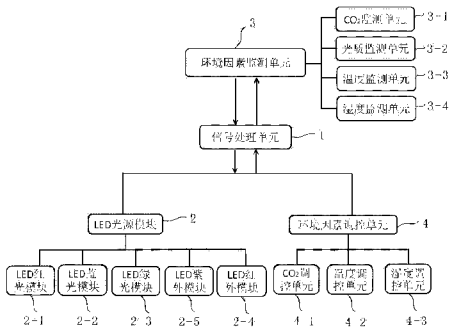


图 1

1 SIGNAL PROCESSING UNIT
2 LED LIGHT SOURCE MODULE
2-1 LED RED LIGHT MODULE
2-2 LED BLUE LIGHT MODULE
2-3 LED GREEN LIGHT MODULE
2-4 LED INFRARED MODULE
2-5 LED ULTRAVIOLET MODULE
3 ENVIRONMENT FACTOR MONITORING UNIT
3-1 CO2 MONITORING UNIT
3-2 LIGHT QUALITY MONITORING UNIT
3-3 TEMPERATURE MONITORING UNIT
3-4 HUMIDITY MONITORING UNIT
4 ENVIRONMENT FACTOR CONTROL UNIT
4-1 CO2 CONTROL UNIT
4-2 TEMPERATURE CONTROL UNIT
4-3 HUMIDITY CONTROL UNIT

(57) Abstract: An intelligent control device and method for performing plant growth lighting by using LEDs. The device comprises a signal processing unit (1), an LED light source module (2), an environment factor monitoring unit (3), and an environment factor control unit (4). The LED light source module (2) comprise an LED red light module (2-1), an LED blue light module (2-2), an LED green light module (2-3), an LED infrared module (2-4), and an LED ultraviolet module (2-5). In combination with PWM technology, red, blue and green light ratios are controlled to prevent a waste of partial spectrum, and high light supplement efficiency is achieved. Green light, ultraviolet light, and infrared light are added on basis of red and blue light required by plant photosynthesis. The green light facilitates plant growth especially in the aspect of plant leaf coloring. The infrared light can adjust the temperature of the plant ambient environment. The ultraviolet light has effects of sterilization and disinfection. Three important factors of carbon dioxide, water, and temperature are supplemented while the required light is provided, and growth conditions required by plants are ensured comprehensively and multidimensionally.

WO 2018/152980 A1

[见续页]

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种用LED进行植物生长照明的智能控制装置及方法，装置包括信号处理单元(1)、LED光源模块(2)、环境因素监测单元(3)、环境因素调控单元(4)，LED光源模块(2)包括LED红光模块(2-1)、LED蓝光模块(2-2)、LED绿光模块(2-3)、LED红外模块(2-4)以及LED紫外模块(2-5)；结合PWM技术，对红蓝绿等光比进行调控，避免部分光谱浪费，达到较高的补光效率；在植物光合作用所需红蓝光线的基础上添加绿光线、紫外光线以及红外光线；绿光有助于促进植物的长势，植物叶片着色方面尤其显著；红外光线调节植物周围环境的温度；紫外光线具有杀菌消毒的作用；在提供所需光线的前提下，辅以二氧化碳、水、温度，三个重要元素，全方位、多维度保障植物所需的生长条件。

一种用 LED 进行植物生长照明的智能控制装置及方法

技术领域

本发明涉及 LED 灯具在农业上的应用领域，尤其涉及到一种用 LED 进行植物生长照明的智能控制装置及方法。

背景技术

人类的生命活动离不开绿色植物，植物的生命活动离不开光照。植物通过光合作用将太阳能以有机能量的形式固定在植物体内，所以光环境对设施栽培的重要性处在首位。而在如今，环境污染，特别是雾霾的日益显现，使得植物生长面临光照时间和光质下降的严峻形势。

温室种植为蔬菜提供了优异的生长环境，对其产量提升提供了一种新途径。而将 LED 灯应用于植物照明补偿，则为蔬菜提供了精细而健康的光环境，摆脱复杂的室外环境因素，针对且系统的满足植物的生长需求，用最少的能量消耗达到最大植物生长要求，对蔬菜质量的提升提供了一种新可能。

光合作用的公式：二氧化碳+水——有机物（储存能量）+氧气。

可见光合作用的原料是二氧化碳和水，条件是光，场所是叶绿体，产物是有机物淀粉和氧气，影响光合作用的因素是光照强度、温度、湿度、二氧化碳的浓度等，因此不能单一注重某一方面的生长因素。

植物中叶绿素 a、b 吸收光谱峰值分别为 660nm、450nm。LED 为单色光，能满足植物生长所需的单色光光谱，与叶绿素吸收光谱峰值能达到完全吻合，可大幅度提升光源的植物生理效用，促进植物高效生长，提高植物对光能的利用效率，降低能耗。

PWM（脉冲宽度）调光技术被认为最适合 LED 的调光技术。在进行脉冲宽度 PWM 调光时，通过控制脉冲宽度占空比，来调制 LED 驱动芯片的开关控制信号。LED 的快速开关特性使 PWM 调光成为可能。这种调光方法具有应用简单、精度高、效率高、且调光效果好等优点。

随着科学技术的发展和网络通信技术的广泛应用，现代温室迈入了信息化、智能化的时代，为植物光照明应用于植物产量和质量的提升提供了一种可能。

发明内容

本发明的目的在于克服现有技术的不足，提供一种节能高效、用 LED 单色光实现对植物生长光环境进行精准补光、辅以对环境中二氧化碳、温度、湿度的检测调控，实现多维度的植物生长环境调控的智能控制装置。

为实现上述目的，本发明所提供的技术方案为：包括信号处理单元、LED 光源模块、环境因素监测单元以及环境因素调控单元；

环境因素监测单元，监测植物生长环境中各种因素；

信号处理单元，根据环境因素监测单元实时反馈的数据信息，调用数据库比对，改变 LED 光源模块和环境因素调控单元指数特征，达到对植物生长环境的实时调控；

LED 光源模块，包括有 LED 红光模块和 LED 蓝光模块；

环境因素调控单元，根据信号处理单元发出的指令信息调控环境中各种因素，从而达到植物生长所需的最佳环境；

其中，LED 光源模块还包括有 LED 绿光模块、LED 红外模块以及 LED 紫外模块；

LED 绿光模块，调控绿光 LED 灯珠亮度，促进植物的长势，植物叶片着色方面尤其显著，有助于植物生长；

LED 红外模块，作用于植物开花结果阶段，调节植物周围环境的温度；

LED 紫外模块，作用于植物开花结果阶段，具有杀菌消毒的作用。

进一步地，所述环境因素监测单元包括 CO_2 监测单元，光质监测单元，温度监测单元以及湿度监测单元。

进一步地，所述环境因素调控单元包括 CO_2 调控单元、温度调控单元以及湿度调控单元。

进一步地，所述 LED 红光模块、LED 蓝光模块、LED 绿光模块的峰值波长分别为 650nm-670nm、440nm-460nm、510nm-530nm，相对光谱分布比例为 32:4:9；LED 红外、紫外模块的峰值波长分别为 330nm-400nm，750nm-950nm。

本发明的目的在于克服现有技术的不足，还提供一种用 LED 进行植物生长照明的智能控制方法，包括以下步骤：

1）环境因素监测单元监测植物生长环境中各种因素；

2）信号处理单元根据环境因素监测单元实时反馈的数据信息，调用数据库比对；

3）信号处理单元根据比对数据后通过 PWM 调控技术控制 LED 光源模块，调整 LED 光源的供电电流的频率、大小和占空比，从而调控光质；

4）信号处理单元根据比对数据后对环境因素调控单元发出调控指令，调节环境中的 CO_2 浓度、温度和湿度，从而达到植物生长所需的最佳环境。

进一步地，所述步骤 4）中，环境因素调控单元将 CO_2 浓度控制在植物生长所需的饱和点，温度控制在 20℃-25℃，相对湿度控制在 50%-80%。

进一步地，所述步骤 3）中，对于红、蓝、绿光光模块，PWM 调控实现无相位差、占空比不大于 50%、频率范围 2kHz-5kHz 的功率供电；在三者相对光谱分布为 32:4:9 的前提下，植物接收到的平均光量子通量密度应控制在不小于 20$\mu molm^{-2}s^{-1}$；当实际光量子通量密度低于设定值，提高 PWM 调光占空比可以提高 LED 的亮度；当实际光量子通量密度高于设定值，降低 PWM 调光占空比可以降低 LED 的亮度，从而实现红、蓝、绿相对光谱分布和植物接受到的光量子通量密度的稳定，促进植株光合作用的稳定需求；对于红外和紫外光模块，在开花、结果等特定照射动作需求阶段，实现无相位差、占空比介于 20%-50%、频率为 2kHz-5kHz 的功率供电。

与现有技术相比，本方案具有以下优点及有益效果：

1）相比于传统的荧光灯和高压钠灯等连续复合光谱的补光光源，本方案根据植物生长自身需要的实际情况，结合 PWM 调控技术，对红蓝绿等光比进

行调控，避免部分光谱浪费，达到较高的补光效率，更节能。

2）在植物光合作用所需红蓝光线的基础上添加绿光线、紫外光线以及红外光线；绿光有助于促进植物的长势，植物叶片着色方面尤其显著；红外光线调节植物周围环境的温度；紫外光线具有杀菌消毒的作用。

3）在提供所需光线的前提下，辅以二氧化碳、水、温度，三个重要元素，全方位、多维度保障植物所需的生长条件。

4）监测到调控全程智能化操作，大大减少人力的消耗。

附图说明

图 1 为本发明的功能模块示意图；

图 2 为本发明中占空比与光照强度的关系图；

图 3 为四组试验中各自不同光照条件设置示意图；

图 4 为本发明中 PWM 调节流程示意图；

图 5 为四种试验生菜的长势情况示意图。

具体实施方式

下面结合具体实施例对本发明作进一步说明：

参见附图 1 所示，本实施例所述的用 LED 进行植物生长照明的智能控制装置,包括信号处理单元 1、LED 光源模块 2、环境因素监测单元 3 以及环境因素调控单元 4。

LED 光源模块 2 包括 LED 红光模块 2-1、LED 蓝光模块 2-2、LED 绿光模块 2-3、LED 红外模块 2-4 以及 LED 紫外模块 2-5；其中，LED 红光模块 2-1、LED 蓝光模块 2-2、LED 绿光模块 2-3 的峰值波长分别为 650nm-670nm、440nm-460nm、510nm-530nm，光质比例应为 32:4:9；LED 红外、紫外模块 2-4、2-5 的峰值波长分别为 330nm-400nm，750nm-950nm；而 LED 红外模块 2-4、LED 紫外模块 2-5 主要作用在植物生长的必要阶段，如植物开花结果阶段，用于果实着色和提升维生素 C 含量方面；另外利用 LED 红外模块 2-4 红外的热作用，调节植物生长环境的温度；利用 LED 紫外模块 2-5 消毒作用达到杀菌目

的。

环境监测单元 3 包括 CO_2 监测单元 3-1、光质监测单元 3-2、温度监测单元 3-3、湿度监测单元 3-4，分别实现对植物生长环境的 CO_2 浓度、光质情况、温度、湿度进行传感和监测，从而将实时数据传输给信号处理单元 1。

信号处理单元 1 接收到环境监测单元 3 的数据信息，根据植物生长所需的实际情况和需求，向环境因素调控单元 4 发送指令。最主要的，通过 PWM 脉宽调变技术，调整 LED 光源模块 2 的供电电流的频率、大小和占空比，实时对红蓝等光质比进行调控。

对于 LED 红光模块 2-1、LED 蓝光模块 2-2、LED 绿光模块 2-3，PWM 调控实现无相位差、占空比不大于 50%、频率范围 2kHz-5kHz 的功率供电。在三者相对光谱分布为 32:4:9 的前提下，植物接收到的平均光量子通量密度应控制在不小于 $20\mu molm^{-2}s^{-1}$。当实际光量子通量密度低于设定值，提高 PWM 调光占空比可以提高 LED 的亮度，当实际光量子通量密度高于设定值，降低 PWM 调光占空比可以降低 LED 的亮度，从而调整植物接受到的光量子通量密度和红、蓝、绿相对光谱分布，促进植株光合作用的稳定需求。

对于 LED 红外模块 2-4、LED 紫外模块 2-5，在开花、结果等特定照射动作需求阶段，实现无相位差、占空比介于 20%-50%、频率为 2kHz-5kHz 的功率供电。通过 PWM 调控技术改变占空比大小，从而调整 LED 亮度，进而调整植物接收到的光量子通量密度，促进花朵和果实的质量。

环境因素调控单元 4 接收到信号处理单元 1 的指令信息，CO_2 调控单元 4-1 将 CO_2 浓度维持在实际植物生长所需 CO_2 浓度饱和点，温度调控单元 4-2 将温度维持在 20℃-25℃，湿度调控单元 4-3 将相对湿度维持在 50%-80%。

基于上述整体实施策略方式，将一种用 LED 进行植物生长照明的智能控制装置应用至生菜的培育研究，具体阐述 PWM 脉冲调变 LED 光源的应用过程。

如图 2 所示，脉宽调制（PWM）调光是通过在单位时间内反复的接通和关断 LED 正向电流实现 LED 亮度调节的调光方式，占空比 D 表示了一个周期时

间内接通时间 ton 占一个周期 T 的比例，即 D=ton/T,其中周期 T=ton+toff。通过控制占空比 D 的大小，来控制 LED 的亮度。具体实现关系是，I（电流）=D • Imax。因此，生菜培育生长阶段对光的需求不同，可以通过调整占空比来调整 LED 光强度，进而使得叶面光合作用所接受到的光量子流密度呈现相应的变化规律。

快生菜在应对广大居民对蔬菜需求时提供了一个很可靠的满足途径。快生菜主要是指叶类蔬菜，生长周期一般为 20-40 天。在试验阶段，我们采取四组生菜，每组 50 棵，作为我们的研究对象。

在进行土壤适应之后，四组生菜进行分区域处理试验。四个植物生长单元的 LED 照明单元，置于与叶面 2 米的高度。每组灯具的最大辐射照度设置为 150W/㎡，每天照射时长设置为 16h。其中，红、蓝、绿三者的光质比例均设置为 32:4:9。

如图 3 所示，为四组试验的光照条件设置。第一组为 PWM 模式，红、蓝、绿光学模块同时供电，应用频率设置为 5kHz，各波长的相位差为 0°；第二组为 PWM 模式，红、蓝、绿光学模块同时供电，应用频率设置为 1kHz，各波长的相位差为 0°；第三组 PWM 模式，红、蓝、绿光学模块应用频率设置为 5kHz，各波长的相位差为 120°；第四组为连续供电的固定模式。每组工作模式下到达生菜叶面的平均光量子通量密度均为 20μmol$m^{-2}s^{-1}$。

如图 4 所示，为本系统的 PWM 调节流程示意图。系统开始进行初始化，然后与各功能模块进行连接测试。判断系统正常后，环境监测单元 3 进行环境参数采集并存储在存储器中用以调用。系统根据采集数据情况设定光照参考值。当实际光照强度大于光照设定值，PWM 调节减小占空比；当实际光照强度小于光照设定值，PWM 调节增加占空比。以此，达到光线稳定照射情况。

如图 5 所示，为判断试验生菜的长势情况，从样品成熟的时长（天）、成熟叶片表面单位面积（㎜²）的气孔数量和叶绿体数量三个方面进行指标测定。以连续光照的模式四作为对照组：模式一和模式二的成熟时长分别缩短

了16%和7%左右，模式三的成熟时长却延长了75%左右；在单位㎜²面积，模式一叶片的平均气孔数量和叶绿体数量分别增长了22%和18%左右，模式二叶片的平均气孔数量和叶绿体数量分别增长了12%和6.5%左右，模式三叶片的平均气孔数量和叶绿体数量分别下降了38%和33%左右。从叶片的外观上看，模式一作用下的生菜叶面更加翠绿，模式二次之，其次是模式四连续光照情况下的，情况最差的是模式三下的生菜长势。

由此可见，适宜的脉宽调光PWM模式应用于植物照明的智能控制系统，对植物生长有一定积极的促进作用。

以上所述之实施例子只为本发明之较佳实施例，并非以此限制本发明的实施范围，故凡依本发明之形状、原理所作的变化，均应涵盖在本发明的保护范围内。

权 利 要 求 书

1、一种用 LED 进行植物生长照明的智能控制装置，其特征在于：包括信号处理单元（1）、LED 光源模块（2）、环境因素监测单元（3）以及环境因素调控单元（4）；

环境因素监测单元（3），监测植物生长环境中各种因素；

信号处理单元（1），根据环境因素监测单元（3）实时反馈的数据信息，调用数据库比对，改变 LED 光源模块（2）和环境因素调控单元（4）指数特征，达到对植物生长环境的实时调控；

LED 光源模块（2），包括 LED 红光模块（2-1）和 LED 蓝光模块（2-2）；

环境因素调控单元（4），根据信号处理单元（1）发出的指令信息调控环境中各种因素，从而达到植物生长所需的最佳环境；

其中，LED 光源模块（2）还包括有 LED 绿光模块（2-3）、LED 红外模块（2-4）以及 LED 紫外模块（2-5）；

LED 绿光模块（2-3），调控绿光 LED 灯珠亮度，促进植物的长势，植物叶片着色方面尤其显著，有助于植物生长；

LED 红外模块（2-4），作用于植物开花结果阶段，调节植物周围环境的温度；

LED 紫外模块（2-5），作用于植物开花结果阶段，具有杀菌消毒的作用。

2、根据权利要求 1 所述的一种用 LED 进行植物生长照明的智能控制装置，其特征在于：所述环境因素监测单元（3）包括 CO_2 监测单元（3-1），光质监测单元（3-2），温度监测单元（3-3）以及湿度监测单元（3-4）。

3、根据权利要求 1 所述的一种用 LED 进行植物生长照明的智能控制装置，其特征在于：所述环境因素调控单元（4）包括 CO_2 调控单元（4-1）、温度调控单元（4-2）以及湿度调控单元（4-3）。

4、根据权利要求 1 所述的一种用 LED 进行植物生长照明的智能控制装置，其特征在于：所述 LED 红光模块（2-1）、LED 蓝光模块（2-2）、LED 绿光模

块（2-3）的峰值波长分别为650nm-670nm、440nm-460nm、510nm-530nm，相对光谱分布比例为32:4:9；LED红外、紫外模块（2-4、2-5）的峰值波长分别为330nm-400nm和750nm-950nm。

5、一种用于权利要求1所述用LED进行植物生长照明的智能控制方法，其特征在于：包括以下步骤：

1）环境因素监测单元监测植物生长环境中各种因素；

2）信号处理单元根据环境因素监测单元实时反馈的数据信息，调用数据库比对；

3）信号处理单元根据比对数据后通过PWM调控技术控制LED光源模块，调整LED光源的供电电流的频率、大小和占空比，从而调控光质；

4）信号处理单元根据比对数据后对环境因素调控单元发出调控指令，调节环境中的CO_2浓度、温度和湿度，从而达到植物生长所需的最佳环境。

6、根据权利要求5所述的一种用LED进行植物生长照明的智能控制方法，其特征在于：所述步骤4）中，环境因素调控单元将CO_2浓度控制在植物生长所需的饱和点，温度控制在20℃-25℃，相对湿度控制在50%-80%。

7、根据权利要求5所述的一种用LED进行植物生长照明的智能控制方法，其特征在于：所述步骤3）中，对于红、蓝、绿光光模块，PWM调控实现无相位差、占空比不大于50%、频率范围2kHz-5kHz的功率供电；在三者相对光谱分布为32:4:9的前提下，植物接收到的平均光量子通量密度应控制在不小于20$\mu mol m^{-2}s^{-1}$；当实际光量子通量密度低于设定值，提高PWM调光占空比可以提高LED的亮度；当实际光量子通量密度高于设定值，降低PWM调光占空比可以降低LED的亮度，从而实现红、蓝、绿相对光谱分布和植物接受到的光量子通量密度的稳定，促进植株光合作用的稳定需求；对于红外和紫外光模块，在开花、结果等特定照射动作需求阶段，实现无相位差、占空比为20%-50%、频率为2kHz-5kHz的功率供电。

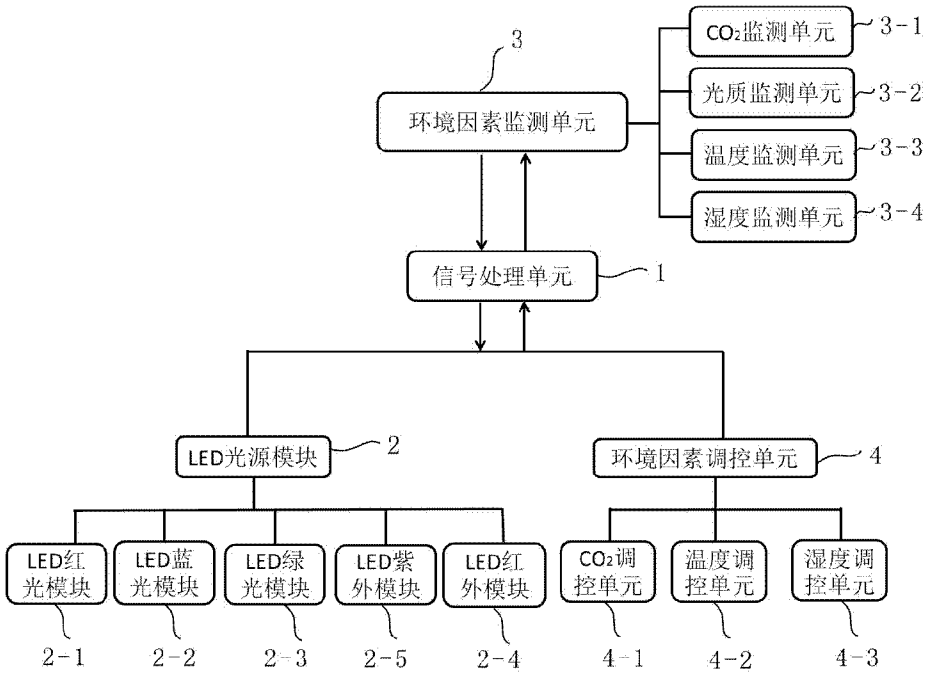

3
环境因素监测单元
CO2监测单元
3-1
光质监测单元
3-2
温度监测单元
3-3
湿度监测单元
3-4
信号处理单元
1
LED光源模块
2
环境因素调控单元
4
LED红光模块
LED蓝光模块
LED绿光模块
LED紫外模块
LED红外模块
CO2调控单元
温度调控单元
湿度调控单元
2-1
2-2
2-3
2-5
2-4
4-1
4-2
4-3

图 1

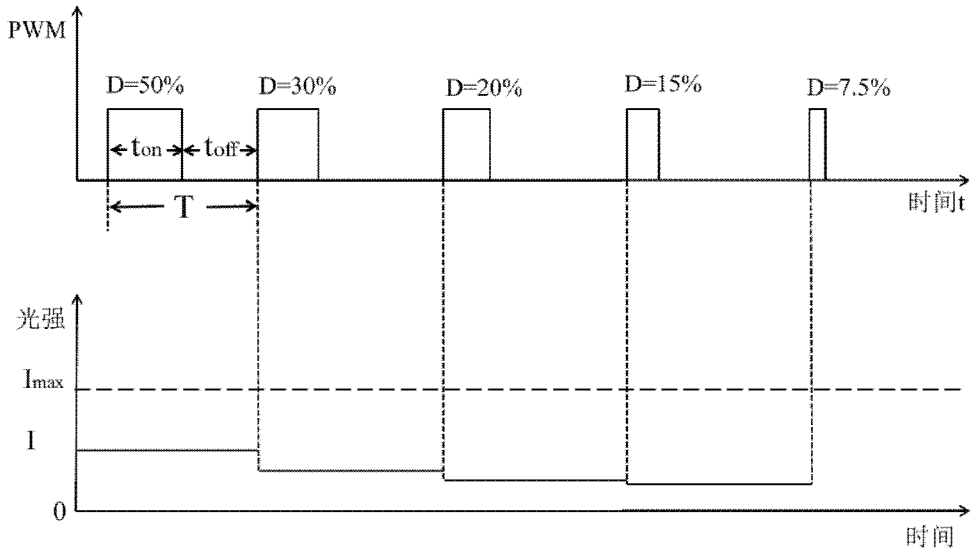

PWM
D=50%
D=30%
D=20%
D=15%
D=7.5%
ton
toff
T
时间t
光强
Imax
I
0
时间

图 2

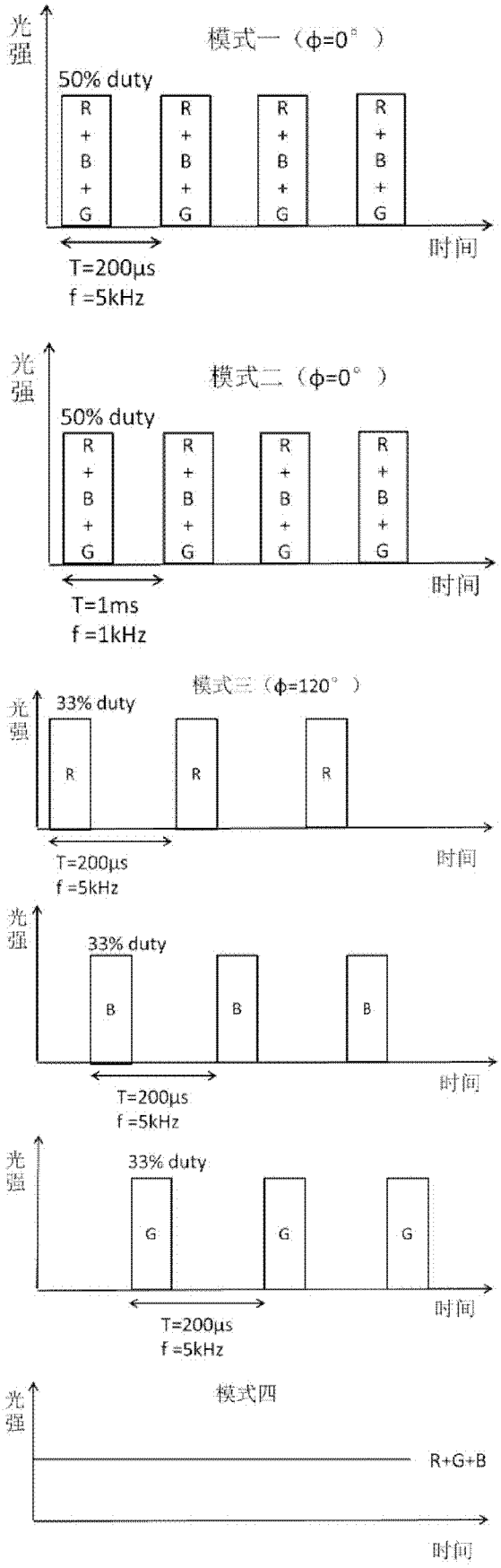

光强
模式一（ϕ=0°）
50% duty
R + B + G
时间
T=200μs
f =5kHz
光强
模式二（ϕ=0°）
50% duty
R + B + G
时间
T=1ms
f =1kHz
模式三（ϕ=120°）
光强
33% duty
R
时间
T=200μs
f =5kHz
光强
33% duty
B
时间
T=200μs
f =5kHz
光强
33% duty
G
时间
T=200μs
f =5kHz
光强
模式四
R+G+B
时间

图 3

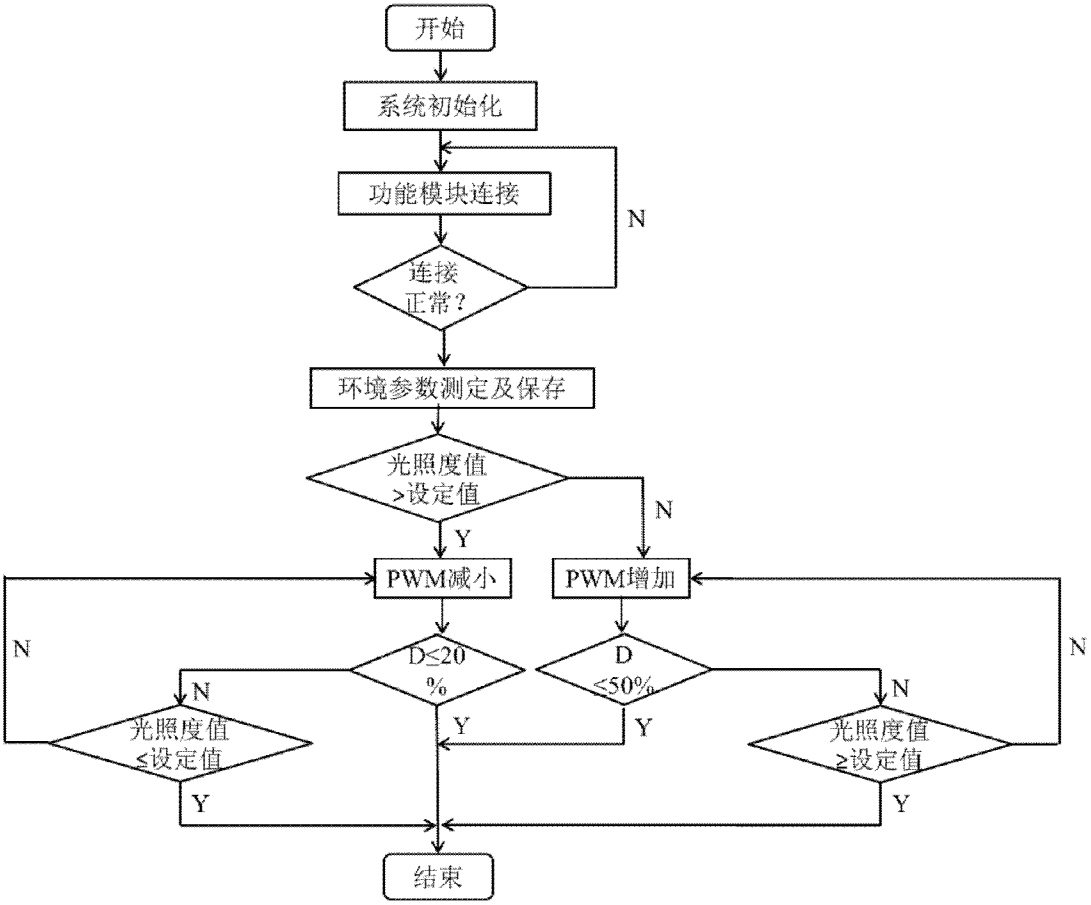

开始
系统初始化
功能模块连接
N
连接正常？
环境参数测定及保存
光照度值>设定值
N
Y
PWM减小
PWM增加
N
D≤20%
D≤50%
N
N
光照度值≤设定值
Y
Y
光照度值≥设定值
N
Y
Y
结束

图 4

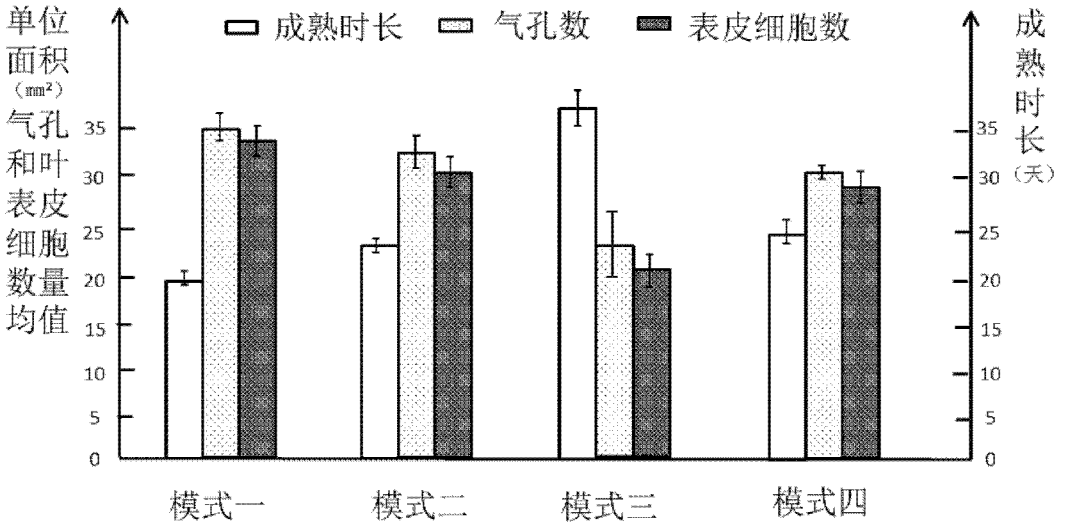

单位面积（㎜²）气孔和叶表皮细胞数量均值
成熟时长
气孔数
表皮细胞数
成熟时长（天）
0
5
10
15
20
25
30
35
模式一
模式二
模式三
模式四

图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/086621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01G 7/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01G, H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 植物, 大棚, 温度, 湿度, 二氧化碳, 发光二极管, 红, 绿, 蓝, 紫外, 红外, 光强, 光量子通量密度, 光通量, 调节, 调整, 调控, 控制, 光质, 传感, 感测, 监测, 检测, plant, grow, red, green, blue, UV, LED, PPFD, control, modulate, infrared, regulate, temperature

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 106234197 A (LANZHOU INSTITUTE OF PHYSICS, CAST), 21 December 2016 (21.12.2016), description, paragraphs [0031], [0038] and [0041]-[0049]	1-7
Y	CN 202652640 U (WU, Wenwen), 02 January 2013 (02.01.2013), description, paragraphs [0019]-[0022], and figure 1	1-7
A	CN 104798634 A (SHEN, Ming), 29 July 2015 (29.07.2015), entire document	1-7
A	CN 205596672 U (BLE (SHENZHEN) SEMICONDUCTOR LIGHTING CO., LTD.), 28 September 2016 (28.09.2016), entire document	1-7
A	CN 104768370 A (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.), 08 July 2015 (08.07.2015), entire document	1-7
A	US 2016353672 A1 (SHENANDOAH GROWERS, INC.), 08 December 2016 (08.12.2016), entire document	1-7
A	KR 20150076838 A (AGRICULTURAL CORP.; TODAM FOOD CO., LTD.), 07 July 2015 (07.07.2015), entire document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 October 2017	01 November 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Yan Telephone No. (86-10) 62414009

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/086621

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106234197 A	21 December 2016	None	
CN 202652640 U	02 January 2013	None	
CN 104798634 A	29 July 2015	None	
CN 205596672 U	28 September 2016	None	
CN 104768370 A	08 July 2015	RU 2015112302 A	27 October 2016
		EP 2892319 A1	15 July 2015
		JP 2015526104 A	10 September 2015
		WO 2014037860 A1	13 March 2014
		US 2015223402 A1	13 August 2015
US 2016353672 A1	08 December 2016	None	
KR 20150076838 A	07 July 2015	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2017/086621

A. 主题的分类

A01G 7/04(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

A01G H05B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNPAT,CNKI,WPI,EPODOC:植物，大棚，温度，湿度，二氧化碳，发光二极管，红，绿，蓝，紫外，红外，光强，光量子通量密度，光通量，调节，调整，调控，控制，光质，传感，感测，监测，检测，plant，grow，red，green，blue，UV，LED，PPFD，control，modulate，infrared，regulate，temperature

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 106234197 A (兰州空间技术物理研究所) 2016年 12月 21日 (2016-12-21) 说明书第[0031]、[0038]、[0041]-[0049]段	1-7
Y	CN 202652640 U (吴雯雯) 2013年 1月 2日 (2013-01-02) 说明书第[0019]-[0022]段，附图1	1-7
A	CN 104798634 A (申鸣) 2015年 7月 29日 (2015-07-29) 全文	1-7
A	CN 205596672 U (深圳市博莱凯半导体照明有限公司) 2016年 9月 28日 (2016-09-28) 全文	1-7
A	CN 104768370 A (皇家飞利浦有限公司) 2015年 7月 8日 (2015-07-08) 全文	1-7
A	US 2016353672 A1 (SHENANDOAH GROWERS, INC.) 2016年 12月 8日 (2016-12-08) 全文	1-7
A	KR 20150076838 A (AGRICULTURAL CORP. TODAM FOOD CO., LTD.) 2015年 7月 7日 (2015-07-07) 全文	1-7

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2017年 10月 17日	2017年 11月 1日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 王妍 电话号码 (86-10)62414009

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/086621

检索报告引用的专利文件			公布日（年/月/日）	同族专利			公布日（年/月/日）
CN	106234197	A	2016年 12月 21日	无			
CN	202652640	U	2013年 1月 2日	无			
CN	104798634	A	2015年 7月 29日	无			
CN	205596672	U	2016年 9月 28日	无			
CN	104768370	A	2015年 7月 8日	RU	2015112302	A	2016年 10月 27日
				EP	2892319	A1	2015年 7月 15日
				JP	2015526104	A	2015年 9月 10日
				WO	2014037860	A1	2014年 3月 13日
				US	2015223402	A1	2015年 8月 13日
US	2016353672	A1	2016年 12月 8日	无			
KR	20150076838	A	2015年 7月 7日	无			